



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ADRIANO PRAZERES DOS SANTOS

**USO DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS COM ADIÇÃO DE COMPLEXO
ENZIMÁTICO NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)**

Areia- PB

2014

ADRIANO PRAZERES DOS SANTOS

**USO DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS COM ADIÇÃO DE COMPLEXO
ENZIMÁTICO NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)**

Monografia apresentada à Coordenação do curso de
Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para obtenção do Título
de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Luís Rodrigues

Areia- PB

2014

ADRIANO PRAZERES DOS SANTOS

**USO DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS COM ADIÇÃO DE COMPLEXO
ENZIMÁTICO NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)**

Prof.Dr. Marcelo Luis Rodrigues (DZ/CCA/UFPB)
Orientador

Msc. Maria de Lourdes Ferreira Hipólito
Examinador

Prof. Msc. Angelo Sousa Oliveira
Examinador

Areia- PB, 23/03/2014

À minha mãe, Maria Prazeres, pelas preocupações e por todo o esforço despendido ao longo dos meus estudos para que nada viesse a me faltar.

Aos meus avós, Josefa do Nascimento e Severino Prazeres, pelo amor e apoio incondicionais.

Por tudo o que a vocês sou grato,

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela luz que irradia diariamente sobre os meus estudos, os meus trabalhos e a minha vida, e por ter sido tão misericordioso, me concedendo a graça de aplicar na realidade, os conhecimentos adquiridos na academia, abrindo a minha própria piscicultura.

Aos meus pais, Maria Prazeres dos Santos e Francisco Serafim dos Santos, por terem me proporcionado o direito à vida. Ao meu tio Jacinto, e a toda a minha família, por terem me ajudado no momento em que mais precisei.

Aos meus amigos de Areia: Gibran, Elias e Patrícia; aos amigos da piscicultura: Luciano, Marcelo Marques, Valnir, Denise, Raquel, Ricardo Uriel, Maria Jamille, e Ângela Maria; e aos funcionários da piscicultura, Assis e seu José.

A Deus, por ter colocado em meu caminho, Rejane Ferreira- minha namorada, assim como os seus pais, seu Cícero de Rosa e Maria José e toda a sua família.

À Dona Lourdes, pelos conselhos, pelo apoio, e por estar sempre ao meu lado, acreditando no meu potencial. Na piscicultura fostes como uma mãe para mim.

A Ângelo Sousa, um grande amigo, pelas contribuições e por todo o conhecimento partilhado na área de piscicultura, o qual em muito contribuiu para o meu aprendizado.

Ao meu orientador, o professor Dr. Marcelo Luis Rodrigues, pela orientação e pelos conselhos no decorrer do curso.

À Universidade Federal da Paraíba/Centro de Ciências Agrárias, e a todos os professores, pelas contribuições ao longo da minha formação acadêmica.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	09
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1. TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	11
2.2. ALIMENTOS ALTERNATIVOS.....	11
2.3. PALMA FORRAGEIRA (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill).....	13
2.3.1. PALMA GIGANTE.....	13
2.3.2. PALMA REDONDA.....	13
2.3.3. POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS (PNAs).....	14
2.4. O URUCUM.....	14
2.5. DIGESTIBILIDADE DOS INGREDIENTES.....	15
2.6. ENZIMAS.....	17
2.6.1 FITASE.....	19
2.6.2. XILANASES.....	19
2.6.3. AMILASE.....	19
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo, ressaltar a importância da inclusão de alimentos alternativos e complexo enzimático na alimentação de Tilápia do Nilo. Para isto, fez-se uma revisão de literatura, na qual verificou-se a necessidade de se aprofundar no desenvolvimento de pesquisas que promovam o conhecimento dos alimentos alternativos regionais ou resíduos agroindustriais associados a complexos enzimáticos, de modo a formular rações que atendam a todas as exigências nutricionais desses animais, com custos cada vez mais reduzidos.

PALAVRAS- CHAVE: ração, animal, custo.

ABSTRACT

This work is aimed at highlighting the importance of including alternative food and enzyme complex in the Nile Tilapia feed. For this, there was a literature review, in which there was a need for further research in the development of promoting knowledge of regional alternative food or agro-industrial waste associated with enzymatic complexes in order to formulate diets that meet all the nutritional requirements of these animals, with ever lower costs.

Key words: food, animal, cost.

1. INTRODUÇÃO

Há alguns anos atrás, a disponibilidade de informações a respeito de consumo, digestibilidade e níveis de inclusão de alimentos alternativos nas rações eram quase inexistentes. Nos últimos tempos, inúmeras são as pesquisas realizadas sobre resíduo na alimentação animal. No ano de 2011, o Brasil registrou uma produção aquícola de 628.704,3 milhões de toneladas, apresentando um crescimento de 31,1% em relação ao ano de 2010. (MPA, 2011).

Fazendo uma análise de comparação da produção atual com o total produzido no ano de 2009 (415.649,0 t), a aquicultura brasileira obteve um incremento de 51,2% em sua produção durante o triênio 2009-2011, dessa maneira, fica evidente o aumento desse setor no país (MPA, 2011).

Observando os valores de anos anteriores, a maior parcela da produção aquícola é oriunda da aquicultura continental, representando 86,6% da produção total nacional. Na aquicultura continental nacional, a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) se destaca como a espécie mais cultivada em 2011, chegando a marca de 253.824,1 milhões de toneladas, e o Tambaqui destaca-se como sendo a segunda espécie mais produzida, com um montante de 111.084,1 milhões de toneladas. São estas espécies responsáveis por 67% da produção nacional (MPA, 2011).

Em 2011, a Região Nordeste produziu 454.216,9 t, registrando a maior produção de pescado do país, respondendo por 31,7% da produção nacional. As regiões Sul, Norte, Sudeste e Centro-Oeste aparecem registrando 336.451,5 t (23,5%), 326.128,3 t (22,8%), 226.233,2 t (15,8%) e 88.944,5 t (6,2%) respectivamente (MPA, 2011).

No cultivo de peixes em sistemas intensivo e semi-intensivos, a maior parcela do custo de produção está relacionado com a ração. Dessa forma, a procura por dietas com inclusão de alimentos de origem vegetal e enzimas exógenas tem aumentado, pois essas enzimas permitem uma maior digestibilidade dos nutrientes, melhora o desempenho dos peixes e a excreção de nutrientes, como também torna o custo de produção mais barato, uma vez que o preço de aquisição no mercado é baixo, além de serem incluídas em pequenas quantidades na ração e reduzir a poluição ambiental.

No uso de alimentos em dietas para peixes de origem vegetal, é fundamental a inclusão de enzimas exógenas, pois esses alimentos possuem fatores antinutricionais que não são tóxicos e nem digestíveis pelos peixes, mas podem afetar o seu crescimento, piorar a conversão alimentar e provocar alterações hormonais. A inclusão de complexo enzimático na

dieta vai melhorar esse quadro aumentando a digestibilidade dos nutrientes que compõem os alimentos, removendo ou inibindo os fatores antinutricionais, e possibilitando formulações de rações para animais com matérias-primas de baixa qualidade (SIGNOR et al, 2010).

Na aquicultura intensiva, a ração representa 50% dos custos de produção, dessa maneira aumenta-se o estudo por fontes alternativas de alimentos que possam reduzir esses custos, atendendo as exigências nutricionais dos peixes. Portanto, a digestibilidade é fundamental, pois permite avaliar a capacidade de uma determinada espécie no aproveitamento dos nutrientes que compõem uma ração ou um alimento, além de apresentar-se como um potencial de energia e nutrientes disponíveis na dieta animal (BOSCOLO et al, 2002).

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar resultados de pesquisas relacionadas a utilização de alimentos alternativo e complexo enzimático na alimentação de tilápia do Nilo.

2.REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

As Tilápias são originárias da África, Israel e Jordânia, e se destacam por serem resistentes e de fácil adaptação a variados ambientes, podendo ser cultivadas tanto em água doce como em salinidades elevadas, adaptando-se também, e adequadamente, a altas e baixas temperaturas. Ela foi introduzida no Brasil por volta de 1953, mais precisamente no Estado de São Paulo, com a variedade conhecida como tilápia rendalli, por sua vez, provinda do Congo (OLIVEIRA et al., 2007).

Em 1971 chega ao Brasil, mais uma variedade, a tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), trazida pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), com objetivo de aumentar a população de peixes em reservatórios da região Nordeste (OLIVEIRA et al, 2007). Esta espécie é a que mais se adapta ao clima brasileiro, caracterizando-se pelo seu rápido crescimento, fácil reprodução para obtenção de larvas, além da não apresentação de espinhos intramusculares em seu filé (SOUZA, 2004).

Em sistemas intensivos de produção, a tilápia apresenta algumas características que favorece o seu rápido crescimento em todo o território nacional. Esta espécie aceita variações bioclimatológica do tempo, sem afetar o seu desenvolvimento. Neste sentido, adapta-se muito bem em todos os Estados brasileiros, entre outros, por aceitar uma ampla diversidade de alimentos, dada a possibilidade de se trabalhar com fontes de alimentos alternativos em sua dieta.

A tilápia aproveita grande quantidade de aminoácidos e monossacarídeos livres. Dessa maneira, a adição de complexo enzimático em dietas para peixes, tem a função de ajudar no aproveitamento de fontes protéicas e energéticas que são expressas nos PNA e amido, presentes em ingredientes de origem vegetal (OLIVEIRA et al., 2007).

Além disso, esta espécie possui ótima qualidade de conversão alimentar, tem grande aceitação no mercado consumidor, sua demanda é extensa pela indústria brasileira na parte de filetagem, além de ser resistente a doenças e suportar baixos níveis de oxigênios e altos níveis de amônia na água.

2.2 ALIMENTOS ALTERNATIVOS

As rações convencionais utilizadas na alimentação animal são formuladas para atender as exigências energéticas, principalmente em sistemas intensivos que alojam grandes densidades de animais em um pequeno espaço. Com isso, o consumo de ração é elevado,

aumentando o custo de produção, pois a maioria das rações são formuladas à base de produtos ou subprodutos de origem animal com altos níveis de proteínas.

As rações formuladas para peixes são feitas a base de farelo de soja, farinha de peixe e milho, os quais apresentam elevado custo para o piscicultor, tornando muitas vezes a criação de peixes inviável. Uma das saídas é a utilização de alimentos alternativos na dieta, uma vez que o Brasil possui um grande potencial em alimentos agroindustriais.

Na dieta animal podemos utilizar alimentos de origem vegetal como: sorgo, milheto, urucum, palma forrageira, farinha de folhas, sementes de leucena etc. Todavia, para ser possível o uso de alimentos de origem vegetal, torna-se fundamental o conhecimento da composição nutricional de cada alimento, como também a composição química, a digestibilidade, energia e fatores antinutricionais, para assim reduzir o custo das rações na utilização de alimentos de origem vegetal (SILVA, 2009).

Por possuir uma ampla diversidade, o Brasil tem potencial para elaboração de rações com o uso de fontes alternativas de alimentos. Os entraves para a produção dessas rações estão voltadas para a falta de conhecimento e estudos aprofundados para determinação da composição química, e digestibilidade dos alimentos de origem vegetal como os resíduos agroindústrias.

Pimenta et al. (2011) mostraram que adição de resíduos de café em rações para tilápia do Nilo não afetou de forma significativa a digestibilidade do extrato etéreo da proteína bruta, podendo fazer a substituição de 30% do milho sem precisar dar tratamentos adicionais quando referentes a digestibilidade.

Mais de 90% das dietas formuladas para peixes onívoros são à base de grãos ou subprodutos vegetais. Assim, se adiciona como fonte energética, o milho, e farelo de soja como fonte protéica. Estes podem ser parcialmente ou totalmente substituídos, o que beneficiaria a produção reduzindo os custos no processamento de rações (HAYASHI et al, 1999).

As rações convencionais são compostas de fontes proteicas energéticas, as quais não apresentam preços acessíveis. Dessa forma, a substituição por produtos sucedâneo se torna como uma forma alternativa e economicamente viável na alimentação animal, dependendo da região, da disponibilidade e da quantidade de fontes alternativas para sua utilização.

Os estudos e as pesquisas devem ser cada vez mais pertinentes sobre os alimentos alternativos, para aumentar o conhecimento de coeficiente de digestibilidade, e favorecer o processo de fabricação de rações para animais monogástricos, atendendo todas as exigências

nutricionais, possibilitando, dessa maneira, a produção de rações mais flexíveis e mais ecológicas, contribuindo assim, com a preservação do meio ambiente.

2.3 PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia fícus-indica* (L.) Mill)

Nos cultivos de palma do Nordeste brasileiro, predominam a cultura de duas espécies principais, a *Fícus-indica* (palma gigante) e *N. cochenillifera* (Palma miúda ou doce). Elas não possuem espinhos, e foram trazidas para o Brasil por volta de 1880, para o Estado de Pernambuco, vindas do Texas dos Estados Unidos (LOPES et al, 2007).

A palma forrageira apresenta grande capacidade de extração de água em solos profundos, dessa maneira, chega a níveis de 90-93% de umidade, tornando-se importante para o Nordeste, pois essa Região ultrapassa longos períodos de secas. Além disso, por ser uma espécie que não suporta grandes níveis de umidade, apresentam-se no Nordeste brasileiro as condições propícias para seu desenvolvimento (LOPES et al, 2007).

2..3.1 PALMA GIGANTE

São plantas de tamanho bem desenvolvido, que possui crescimento vertical e menos ramificações em seu caule, podendo alcançar comprimento de 50 cm e produzir raquetes com peso médio individual de 1,0 a 1,5 kg.

A palma gigante ou graúda também possui em sua constituição, flores hermafroditas de tamanho médio, de coloração amarela brilhante e corola aberta na antese. Já o seu fruto possui característica ovoide, de tamanho grande, com uma cor bem amarela, passando a roxa quando madura (LOPES et al 2007).

2.3.2 PALMA REDONDA

A palma redonda é uma espécie originária da palma gigante, no entanto, possuem muitas características diferentes entre si, a começar pelo seu tamanho. São plantas de médio porte que apresentam caules muito ramificados, sendo isto bastante prejudicial ao seu crescimento lateral. Apresentando uma forma ovóide e arredondada, suas raquetes geralmente podem chegar a pesar 1,8 kg e a medir 40 cm de comprimento, com potencial para produzir aproximadamente 40 toneladas por hectare ano, tornando-se mais atrativa, e, portanto, mais demandada que a palma gigante, (LOPES et al, 2007).

É uma planta que se destaca pelo seu enorme potencial produtivo e suas inúmeras utilidades. Ela pode ser utilizada tanto na alimentação animal quanto na humana, na fabricação de medicamentos, corantes, e entre outros, na recuperação de solos.

De acordo com Nobel (1995), a palma forrageira tem facilidade de adaptação na região semiárida, pois suporta longos períodos de estiagem, dadas as suas características fisiológicas. Tais características estão relacionadas ao processo fotossintético, que resulta em grande economia de água.

A palma tem uma composição química que varia de acordo com a espécie, idade, época do ano, e manejos culturais, além de ser um alimento rico em carboidratos não fibrosos, apresentam alto teor de cinzas e baixos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro (FERREIRA et al., 2005).

2.3.3 POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS (PNAs)

Os polissacarídeos não amiláceos estão presentes nos polissacarídeos de celulose, hemicelulose, quitina, e pectina. Todavia, quando estão presentes nos alimentos em concentrações inadequadas, podem afetar a digestibilidade dos nutrientes, modificando assim, o tempo de permanência do alimento no trato digestivo, uma vez que as enzimas exógenas não conseguem degradar esse alimento (BRITO et al., 2008).

As dificuldades encontradas nos estudos dos polissacarídeos não amiláceos, geralmente estão voltadas para a quantidade e a variabilidade destes carboidratos, bem como a sua influência no processo digestivo. Os mesmos podem ser classificados em solúveis e insolúveis, onde nos insolúveis estão presentes a celulose, as ligninas e algumas hemiceluloses, e nos solúveis, por sua vez, constam as pectinas, gomas e principalmente as hemiceluloses (SENS, 2009; TAVERNARI et al., 2008).

Os fatores antinutricionais estão presentes nos PNAs solúveis, e são capazes de ligarem a uma grande quantidade de água, o que faz a viscosidade do fluido aumentar, tornando o efeito antinutricional maior em rações elaboradas para animais monogástricos. Além disso, torna-se necessário o uso de enzimas exógenas, cujo papel é diminuir o tamanho das grandes moléculas de PNAs até polímeros menores, reduzindo dessa maneira, o volume do conteúdo intestinal e aumentando o valor nutritivo dos alimentos (ROSA e UTPATEL, 2007; BEDFORD et al., 1991).

2.4. O URUCUM

Nacionalmente, a tinta do urucum é usada na culinária para dar uma tonalidade aos alimentos. Representa cerca de 90% dos corantes nacionais que são utilizados nas indústrias brasileiras, em setores como o de embutidos, laticínios (queijo prato e manteiga), na

fabricação de sorvetes, em confeitarias, e ainda em várias aplicações nas áreas de cosméticos, e farmacêuticas, chegando a uma produção de 2,8 toneladas ano (TOCCHINI e MERCADANTE, 2001; FRANCO, 2002).

O urucunzeiro é um arbusto que apresenta comprimento e diâmetro médios de 0,55 cm e 0,4 cm, respectivamente, podendo alcançar de 2 a 9 m de altura. O mesmo produz frutos grosseiramente arredondados, os quais são revestidos por uma polpa mole de coloração avermelhada que tornam-se secas, duras e de coloração escura com o amadurecimento. Suas sementes são ricas em carotenóides e norbixina, todavia, esta relação varia de acordo com o cultivo (GARCIA et al., 2009).

A bixina esta presente em maiores quantidades nas sementes, o que representa mais de 80% dos caratenoides totais, A mesma bixina pode ser extraída de maneira mecânica pelo processo de raspagem entre os grãos, fazendo assim a separação da camada externa, onde se localiza o corante, pelo qual se obtém de forma predominante, a bixina, ou de forma manual por meio de solvente (BATISTA et al., 1988; MASSARANI 1992).

Na indústria mundial dos alimentos, atuam como precursores de vitamina A, potencializadores da resposta imune e promotores da atividade antioxidante, de modo que os resíduos do fruto urucum podem apresentar um percentual de 97% a 98% de resíduos, podendo dessa maneira, ser utilizado na alimentação animal, adubo orgânico ou cobertura morta (MELENDEZ et al 2004; SILVA 2003).

O Brasil em 2002 produziu 11.582 toneladas, destacando-se como maior produtor o Estado de São Paulo, com um montante produzido de 2.058 toneladas. Dando sequência, segue-se a Bahia com 1.991 toneladas, Rondônia com 1.757 toneladas, Pará com 1.498 toneladas e Paraná com 1.058 toneladas (IBGE, 2004).

Do total produzido, 60% vão para a fabricação do colorífico, 30% para a fabricação de corantes e 10% para exportação. O Estado da Paraíba já conseguiu produzir 48% da produção nacional, chegando a liderar o ranking brasileiro, quando foi implantado em 2001 o Programa de Revitalização do Urucuzeiro, chegando a um aumento superior a 70% de área plantada (IBGE, 1989; SILVA et al., 2008).

2.5 DIGESTIBILIDADE DOS INGREDIENTES

O conhecimento sobre digestibilidade é fundamental para a piscicultura intensiva, pois permite formular rações que atendam as exigências nutricionais dos animais, avaliando o desempenho de cada espécie e observando se estão consumindo todos os nutrientes necessários para suprir suas exigências e ter um bom desenvolvimento, além de enriquecer o

conhecimento dos nutrientes e energia presentes nos alimentos (BOSCOLO et al., 2002). A determinação de coeficiente de digestibilidade tem sido fundamental para piscicultura, pois possibilita o uso de subprodutos agroindustriais, fazendo rações balanceadas para peixes com menores custos (SILVA et al., 2007).

A determinação da digestibilidade apresenta-se atualmente como sendo uma das principais ferramentas utilizadas na avaliação da qualidade de uma dieta ou ingrediente, pois torna possível a indicação do seu valor nutricional, bem como dos níveis de nutrientes não digeridos que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático (FURUYA et al., 2001). Isto influenciará o equilíbrio orgânico animal, determinando um maior nível de resistência às doenças, bem como respondendo por maiores níveis de produtividade e de qualidade em sistemas intensivos.

Dessa forma, o conhecimento sobre digestibilidade é fundamental para a piscicultura intensiva, pois permite formular rações que atendam, de maneira balanceada, as exigências nutricionais de cada espécie, evitando que haja falta ou excesso de nutrientes, além de proporcionar uma minimização dos custos de produção e do impacto ao meio ambiente, por sua vez, gerado pela redução na excreção dos nutrientes não absorvidos pelos peixes.

As tilápias geralmente se destacam entre os peixes onívoros de água doce, por possuírem alta digestibilidade de alimentos de origem vegetal, sejam energéticos ou proteicos (SANTOS et al., 2008). Assim, como a tilapicultura vem se desenvolvendo consideravelmente no Brasil e no mundo, há uma necessidade cada vez mais crescente de se formular rações que possibilitem maior eficiência produtiva.

Em seus trabalhos desenvolvidos com Tilápias do Nilo pesando 25,0; 250,0 e 500,0 gramas, Quintero-Pinto (2008), observou que os peixes maiores demonstraram mais aptidão para os nutrientes de alimentos de origem vegetal, já os menores, por sua vez, demonstraram mais aptidão para os nutrientes de alimentos de origem animal e de fontes inorgânicas.

Os primeiros itens utilizados para determinar o valor nutritivo de um alimento são a análise química e os testes alimentares. No entanto, depois de ingeridos, a assimilação do alimento dependerá da capacidade de uso do organismo animal (PEZZATO, 2004). De acordo com Andrigueto et al.(1982), os alimentos são assimilados de formas diferentes pelas mais variadas espécies animais, sendo essa variação quantificada por meio da determinação de coeficientes de digestibilidade.

Várias são as metodologias utilizadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia dos alimentos. Neste sentido, Pezzato et al. (2002) destacaram que os métodos mais empregados são: o aquário coletor provido de

válvula para concentração de fezes; a extrusão do conteúdo final do intestino; a dissecação da porção distal do intestino; a sucção mecânica anal; e por fim, a captação das fezes liberadas no aquário. Entretanto, conforme ressalta Teixeira et al. (2010), os coeficientes de digestibilidade medidos pelo método indireto com o uso de indicadores fecais são os mais confiáveis, e por este motivo, os que mais se destacam.

O método indireto de digestibilidade tem sido preferencialmente o mais usado, porque a determinação do alimento consumido e a coleta total das fezes são dificultadas pelo meio aquático (MORALES et al. 1999). De acordo com Zimmermann e Jost (1998), o método de digestibilidade direto está sujeito a erros, uma vez que torna-se difícil determinar com precisão a quantidade ingerida e excretada. Todavia, na utilização do método indireto elimina-se a necessidade de coleta de toda a excreta e permite que os peixes comam à vontade (NRC, 1993).

Os indicadores fecais apresentam várias aplicações no que dizem respeito aos estudos sobre nutrientes: a) estima a quantidade de alimento ou nutriente consumido; b) regula o tempo e a taxa de passagem da ingesta pelo trato digestório; c) estima o coeficiente de digestibilidade total ou parcial dos alimentos em estudo de digestibilidade e; d) quantifica o consumo de alimentos em condições controladas (NAKAGOME, 2009).

Para que um indicador seja considerado ideal, ele precisa ser completamente indigestível e não absorvível, insolúvel em água, não ter ação farmacológica, passar uniformemente no aparelho digestivo, ter fácil e rápida determinação química e de preferência ser constituinte natural da dieta (GODDARD e MCLEAN, 2001).

No método indireto um marcador é incluso na dieta nas concentrações de 0,5 a 1,0 %, e depois é avaliado nas fezes. Além disso, o método de coleta de fezes é composto por um aquário cilíndrico de fibra de vidro com o fundo cônico, no qual as fezes que decantam no aquário são conduzidas por tubulações externas, onde são depositadas em tubos acoplados na extremidade inferior. Embora outros marcadores também possam ser usados, o que se destaca com maior frequência é o óxido de cromo (Cr_2O_3) (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Portanto, para que se formule uma ração que atinja as exigências nutricionais dos peixes e proporcione seu máximo potencial genético, torna-se fundamental o conhecimento sobre os coeficientes de digestibilidade aparente dos alimentos.

2.6 ENZIMAS

Enzimas são moléculas proteicas com atividades catalisadoras, que agem sobre substrato específico, como protease, amilase e xinalase, não apresentando restrições em

formulações de dieta para animal. As enzimas exógenas atuam de duas maneiras, rompendo paredes celulares e degradando os nutrientes.

A formulação de rações com inclusão de enzimas teve avanço devido ao rápido crescimento do setor de avicultura no Brasil. Dessa forma, muitos nutricionistas procuram alternativas para tornar a ração um menor custo e com alta eficiência, visando melhorar o desempenho tanto das aves como de outros animais (TORRES et al., 2003).

O uso de enzimas em dietas de baixa viscosidade, como o milho, a soja, o farelo de soja, entre outros ingredientes alimentares, tem por objetivo reduzir o custo da dieta. Contudo, é muito importante lembrar que nem sempre obtemos respostas positivas, pois essas enzimas necessitam de substratos específicos para que possam ser ativadas para melhorar a digestibilidade da dieta, como a sua dosagem correta (TEIXEIRA et al., 2005).

As enzimas exógenas têm papel fundamental na digestibilidade de alimentos, principalmente os de origem vegetal que são ricos em carboidratos e proteínas e são de difícil digestão. Essas enzimas melhoram a digestibilidade dos alimentos, aumentam o nível nutricional da dieta, melhoram o desempenho de animais alimentados com cereais de baixa energia metabolizável aparente, além de melhorar a qualidade do meio ambiente, uma vez que diminui a excreção de alguns elementos (SILVA et al., 2007; MARQUARDT e BEDFORD, 2001).

As enzimas presentes em rações para monogástricos atuam de duas formas. Um grupo ajuda a complementar quantitativamente as enzimas digestoras endógenas, enquanto o outro grupo atua nas enzimas que os animais não conseguem sintetizar, ou seja, digerir como β -glucanases, pentosanases e α -galactosidases, além de inativar fatores antinutricionais aumentando o valor nutricional das proteínas dos alimentos (HENN, 2002; BELLAVER, 2005).

Oliveira (2006) avaliou que, a adição de complexo enzimático contendo celulase, protease e amilase em rações para juvenis de tilápia do Nilo, melhorou os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, amido, cálcio e fósforo.

Em formulações de rações para aves, são comumente utilizadas enzimas como xilanase, amilase, fitase, entre outras. Porém, essas enzimas podem promover algumas vezes, resultados controversos por causa da quantidade de polissacarídeos não amiláceos, presentes nos alimentos, que são difíceis de determinar com precisão, por não conhecerem os efeitos das interações entre as enzimas (ALBINO et al., 2007).

2.6.1 FITASE

Dietas elaboradas com ingredientes de origem vegetal com adição da enzima fitase, permitem o aumento da digestibilidade dos nutrientes, melhorando o desempenho e minimizando a excreção de nitrogênio e fósforo ao meio ambiente (FURUYA et al., 2001).

Nas rações formuladas para peixes, com alimentos de procedência vegetariana, a suplementação e adição da enzima fitase faz o fósforo ficar disponível, assim como também aumenta a disponibilidade para os não ruminantes, além de reduzir o impacto ambiental.

2.6.2 XILANASES

Xilanases tem funções de hidrólises das ligações β -1,4 que estão expressos na xilana vegetal (componentes da hemicelulose). Esses componentes de hemiceluloses são constituídos de vários polímeros (principalmente xilana), formados por diferentes resíduos de açúcares. Para a degradação completa, necessita da ação cooperativa de um consórcio de enzimas microbiais específicas (SENS, 2009).

2.6.3 AMILASE

A amilase exógena tem como papel fundamental, diminuir a viscosidade da digestão, possibilitando uma maior ação das outras enzimas, deixando a glicose presente no amido intensamente disponível por aumentar a digestão do amido (STECH, 2009).

2.6.4 CELULASE

A enzima celulase, na composição de complexos enzimáticos, apresenta-se como principal fator para obtenção de resultados positivos sobre a digestibilidade aparente de matéria seca e proteína bruta, principalmente sobre a energia bruta (OLIVEIRA et al., 2007). A celulase dentro dos grupos de enzima, destaca-se como a mais importante, por degradar as paredes celulares das plantas (SAHA et al., 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os estudos realizados para o uso de alimentos alternativos e adição de complexo enzimático na elaboração de rações para peixes, se faz necessário avaliar a composição química e a digestibilidade de cada alimento testado, bem como aprofundar o desenvolvimento de pesquisas que promovam o conhecimento dos alimentos alternativos regionais ou resíduos agroindustriais associados a complexos enzimáticos, objetivando formular rações com preços mais flexíveis e que atendam todas as exigências nutricionais desses animais.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, L.; BUZEN, S.; ROSTAGNO, H.S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. In: Seminário de aves e suínos, 7., 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: AveSui Regiões, p. 73-90. 2007.
- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **A. Nutrição Animal**. Vol. 1, Ed. Universidade do Paraná-PR, Nobel., 395p, 1982.
- BATISTA, F.A.S, Urucuzeiro: Instruções práticas para implantação e condução de um plantio. João Pessoa, EMEPA PB/EMATER, p.26, 1988.
- BEDFORD, M.R.; CLASSEN, H.L.; CAMPBELL, G.L. The effect of pelleting, salt, and pentosanase on the viscosity of intestinal contents and the performance of broiler fed rye. **Poultry. Science**, v.70, p.1571-1577, 1991.
- BELLAVER, C. Utilização de melhoradores de desempenho na produção de suínos e de aves. Campo Grande, MS. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, v.7, 2005, Campo Grande. Anais... Campo Grande: ABZ / UEMS / UFMS, Embrapa Pantanal, 2005.
- BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA E AQUICULTURA. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA -2011. Disponível em: www.mpa.gov.br . Acesso em 25 de Outubro, 2013.
- BOSCOLO, Wilson Rogério, et. al. Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes de Alimentos Convencionais e Alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.
- BRITO, M. S. de ., OLIVEIRA, C. F. S. de., SILVA, T. R. G. da ., LIMA, R. B. de., MORAIS, S. N., SILVA, J. H. V. da., Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.

FERREIRA, M. A. Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 68 p. 2005.

FURUYA, W. M., Gonçalves, G. S., Furuya, V. R. B., Hayashi, C., Fitase na Alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(3):924-929, 2001.

FURUYA, W.M., PEZZATO, L. E ; E.C. MIRANDA., BARROS, M.M e PEZZATO, A.C. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L) (linhagem tailandesa). **Acta Scientiarum Animal Science**, n. 23, p.465-469, 2001.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001.

GARCIA,E.A et al. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras convencionais alimentados com sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. **Vet e Zootecnia**, p.689-697, v.16, n.4, 2009.

GODDARD, J.S.; McLEAN, E. Acid-insoluble ash as an inert reference material for digestibility studies in tilapia (*Oreochromis aureus*). **Aquaculture**, v. 194, p. 93-98, 2001.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M.; MEURER, F. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) na fase de crescimento. **Acta Scientiarum**. 1999. 733- 737p.

HENN, J. D. Aditivos enzimáticos em dietas de suínos e aves. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS, 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção Municipal Agrícola.

LOPES, Batista Edson et al. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semi-árido Nordeste** João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2007.130p. il.

MARQUARDT, R.R. & BEDFORD, M.R. Future horizons. In: BEDFORD M.R. & PARTRIDGE G.G. (Ed.). Enzymes in farm animal nutrition. Oxford, CAB Publishing, p. 389-398.2001.

MASSARANI,G. et al., **Production of Annato Concentrates in Spouted Beds**, the Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol.70, p. 954-959, 1992.

MELLENDEZ, A.J, et al., **Importancia nutricional de los pigmentos carotenóides**. Arch Latino Nutr. V.54, 149-155p, 2004.

MORALES, A.E.; CARDENETE, G.; SANZ, A. et al. Re-evaluation of crude fiber and acid-insoluble ash as intermarkers, alternative to chromic oxide, in digestibility studies with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.179, p.71-79, 1999.

NAKAGOME, F. K., Digestibilidade aparente de ingredientes por alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Campus De Botucatu, Botucatu-SP.2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrients requirements of fish. Washington D. C.: National Academy of Science, 114 p. 1993 norbixina em coloríficos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, p.310-313, 2001.

OLIVEIRA, G. R. Digestibilidade de nutrientes em dieta com complexo enzimático para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). 90 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2006.

OLIVEIRA, G.R.; LOGATO, P.V.R.; FREITAS, R.T.F. et al. Digestibilidade de nutrientes em rações com complexo multienzimático para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1945-1952, 2007.

OLIVEIRA, Gonçalves Elenise. **Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria**. Ministério da Agricultura,Pecuária e Abastecimento. Teresina, PI dezembro, 2007.

PEZZATO, L.E., MIRANDA, E. C. de., BARROS, M. M., FURUYA., W. M., QUINTERO-PINTO, L.G. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 26, n. 3, p. 329-337, 2004.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PEZZATO, A.C. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

PIMENTA, C.J. et al. Aproveitamento do Resíduo do Café na Alimentação de Tilápia do Nilo. *Archivos de Zootecnia*. 60 (231): 583-593. 2011.

QUINTERO-PINTO, L.G. Exigência dietária e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Botucatu, SP. 2008, p. 85 (Doutorado em Zootecnia) – Universidade estadual Paulista, 2008.

ROSA, A.P &UTTPATEL, R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. IN:VIII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2007, Chapecó. Anais... Chapecó, 2007, p.102-115.

SAHA, S. et al. Characterizations of cellulase-producing bacteria from the digestive tract of tilapia, *Oreochromis mossambica* (Peters) and grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes). **Aquaculture Research**, v.37, p.380-388, 2006.

SAKOMURA,N.K., ROSTAGNO,H.S., Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, cap.2, p. 79 , 2007.

SANTOS, E. L., WINTERLE, W. de M. C., LUDKE, M. do C. M. M., BARBOSA, J. M. Digestibilidade de ingredientes alternativos para tilápia-do-nilo (*oreochromis niloticus*): Revisão. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca** 3(2), jul. 2008.

SENS, R. F., Avaliação da suplementação das enzimas xilanase e β -mananase em rações para perus. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná.Curitiba.2009.

SENS, R. F., Avaliação da suplementação das enzimas xilanase e β -mananase em rações para perus. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.

SIGNOR, Arcangelo Augusto, et. al. **Desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo complexo enzimático.** Revista Brasileira de Zootecnia v.39, n.5, p.977-983, 2010.

SILVA, Denise Araújo da. **Avaliação de alimentos alternativos para o cultivo de tilápia do Nilo.** Dissertação de Mestrado. UFPB, 2009.

SILVA, JAM; PEREIRA-FILHO, M.; Cavero, BAS et al. Digestibilidade dos nutrientes e energia de dietas com adição de enzimas digestivas exógenas em juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* , Cuvier, 1818). **Acta Amazônica** , V.37, p.157-164, 2007.

SILVA, M. C. D.; BOTELHO, J. R.; SOUZA, A. G. Estudo cinético do corante bixina por decomposição térmica dinâmica. Tecnol. & Ciên. Agropec., João Pessoa, v.2., n.1, p.11-14, mar. 2008.

SILVA.F, **Relatório técnico do uso do subprodutos do urucum na ração de aves.** DAP/UFPB, 2003.

SOUZA, Sandra Regina et al. Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo submetidos a diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 25, n. 2, p. 151-158, abr./jun. 2004.

STECH, M. R., Enzimas exógenas na alimentação de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*). Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, 2009.

TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P.; LIMA, H.J.D. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5. nº5, .673-689. 2008.

TEIXEIRA, E. de A., SALIBA, E. de O. S., EULER, A. C. C., FARIA, P. M. C. de., CREPALDI, D. V., RIBEIRO, L. P. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1180-1185, 2010.

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A.Z. Extração e determinação por CLAE de bixina e TORRES, Delma Maria et al. **Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte**. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2003, vol.27, n.6, pp. 1401-1407. ISSN 1413-7054. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542003000600027>. Acesso em 22 de Outubro de 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**. Versão 6.0. Viçosa, MG, 2000. 52p.